

DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A LA RECUPARACIÓN DE RECURSOS: LIFE AMIA Y OTROS EJEMPLOS DE INNOVACIÓN EN EL SECTOR DEL AGUA

Ruben Garcia Tirado
Técnico de I+D+i en FACSA
ruben.garcia@grupogimeno.com
19/05/2020

01

Del tratamiento de aguas a la recuperación de recursos

- 1.1. Presentación
- 1.2. La regeneración de las aguas
- 1.3. La recuperación de recursos en EDAR
- 1.4. Legislación

02

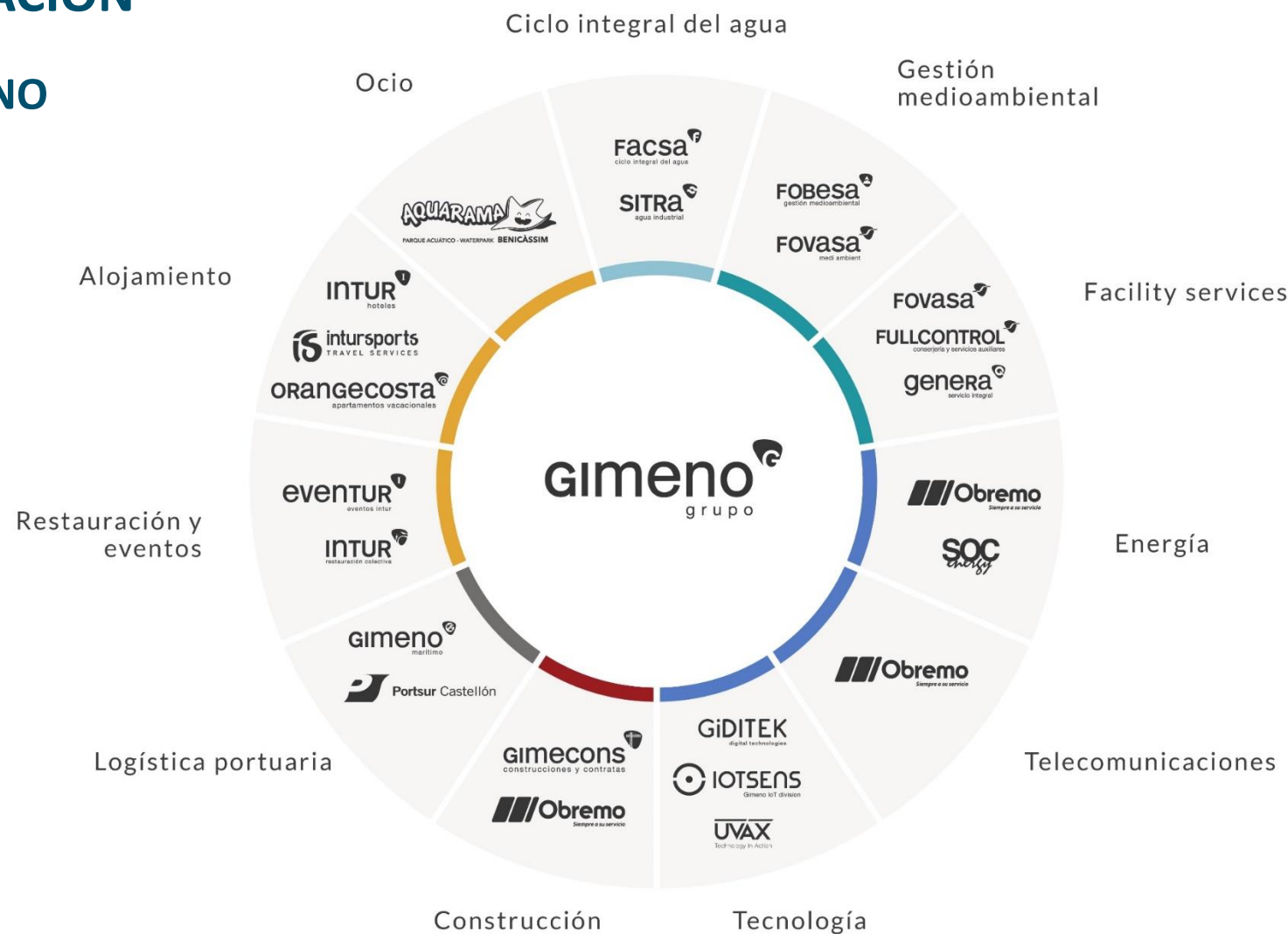
LIFE AMIA y otros casos de innovación en el sector del agua

- 2.1. LIFE AMIA
- 2.2. Otros casos de innovación

01 DEL TRATAMIENTO DE AGUAS A LA RECUPERACIÓN DE RECURSOS

1.1. PRESENTACIÓN

GRUPO GIMENO



1.1. PRESENTACIÓN

FACSA

ABASTECIMIENTO

Captamos, tratamos, distribuimos y controlamos tu agua



ALCANTARILLADO

Evaluamos el estado de la red y garantizamos su correcto funcionamiento



DEPURACIÓN

Aplicamos nuestras tecnologías para regenerar las aguas residuales y brindarle una segunda vida



NUESTROS SERVICIOS

AGUA INDUSTRIAL

Prestamos servicios integrales aportando las mejores soluciones para el tratamiento y la depuración de las aguas industriales



CONSERVACIÓN DEL ENTORNO

Mantenemos y mejoramos tanto el entorno urbano, como los espacios naturales protegidos



CONSTRUCCIÓN

Llevamos a cabo la proyección y ejecución de obras hidráulicas



145^o AÑOS
DE TRAYECTORIA

1.1. PRESENTACIÓN

FACSA



1.1. PRESENTACIÓN

AREA I+D+i

13

proyectos I+D+i
en ejecución



4

proyectos
europeos



4,1
M€

presupuesto
FACSA



14,5
M€

Presupuesto
agregado



1.1. PRESENTACIÓN

HYDRENS

Nueva unidad de negocio dirigida a ofrecer soluciones tecnológicas innovadoras basadas en la optimización del funcionamiento hidrodinámico de los sistemas para el incremento en la eficiencia del proceso.

Desarrolla su actividad a través de 3 líneas de trabajo:



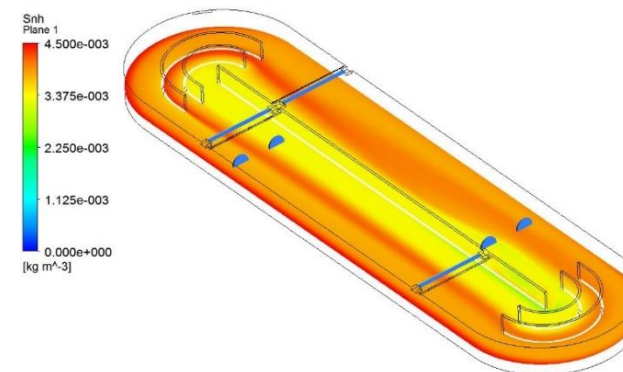
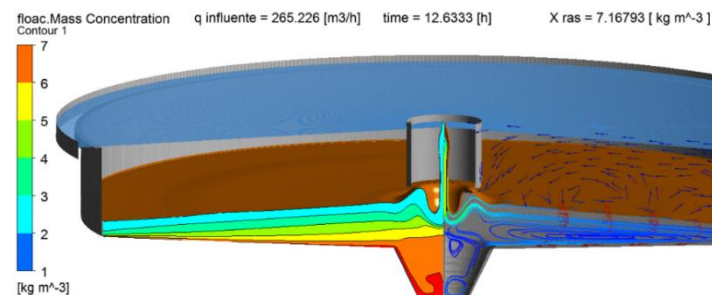
Dinámica Computacional de Fluidos (CFD)



Medidas experimentales (instrumentación)



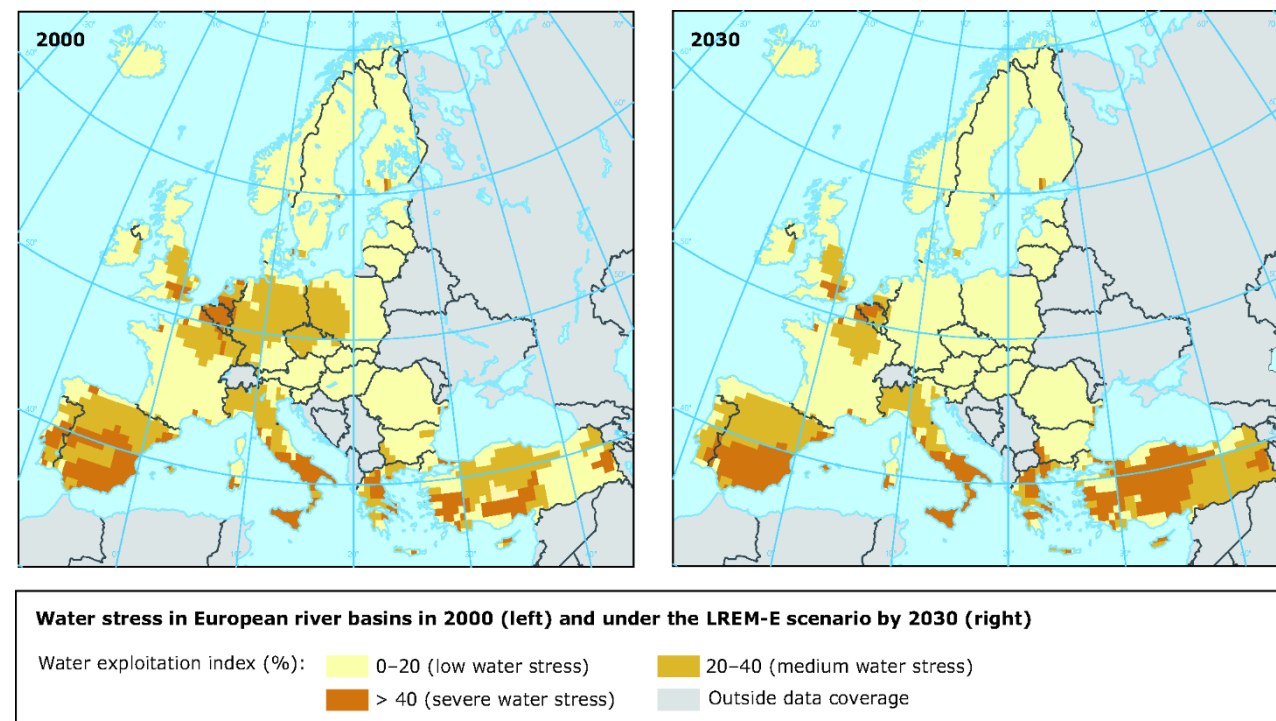
Modelado de procesos (Simulación)



1.2. LA REGENERACIÓN DE AGUAS

EL ESTRÉS HÍDRICO

- ✓ El **40%** de la **población mundial** vive en cuencas hidrográficas bajo **estrés hídrico**.
- ✓ El **estrés hídrico** afecta a 130 M habitantes, **30%** de la **población Europea**.
- ✓ En 2050 la **demanda de agua** aumentará un **55%**, para entonces 240 millones de personas seguirán sin **acceso al agua potable** y 1400 millones sin **saneamiento**.
- ✓ En la UE se tarten más de 40,000 M m³ de aguas residuales cada año, pero **solo el 2,4% de esta agua se reutiliza** (964 M m³).

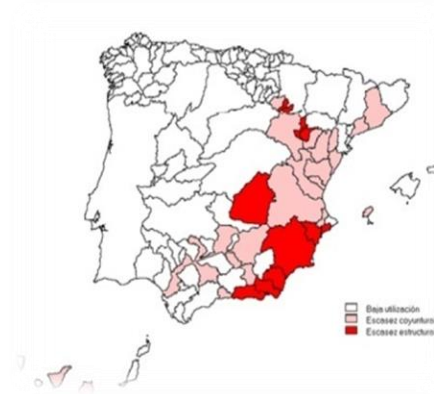


Estrés hídrico en las cuencas hidrográficas europeas. Fuente: EEA

✓ En **Europa** → **Países Mediterráneos**: agricultura
→ **Países Nórdicos**: aplicaciones industriales

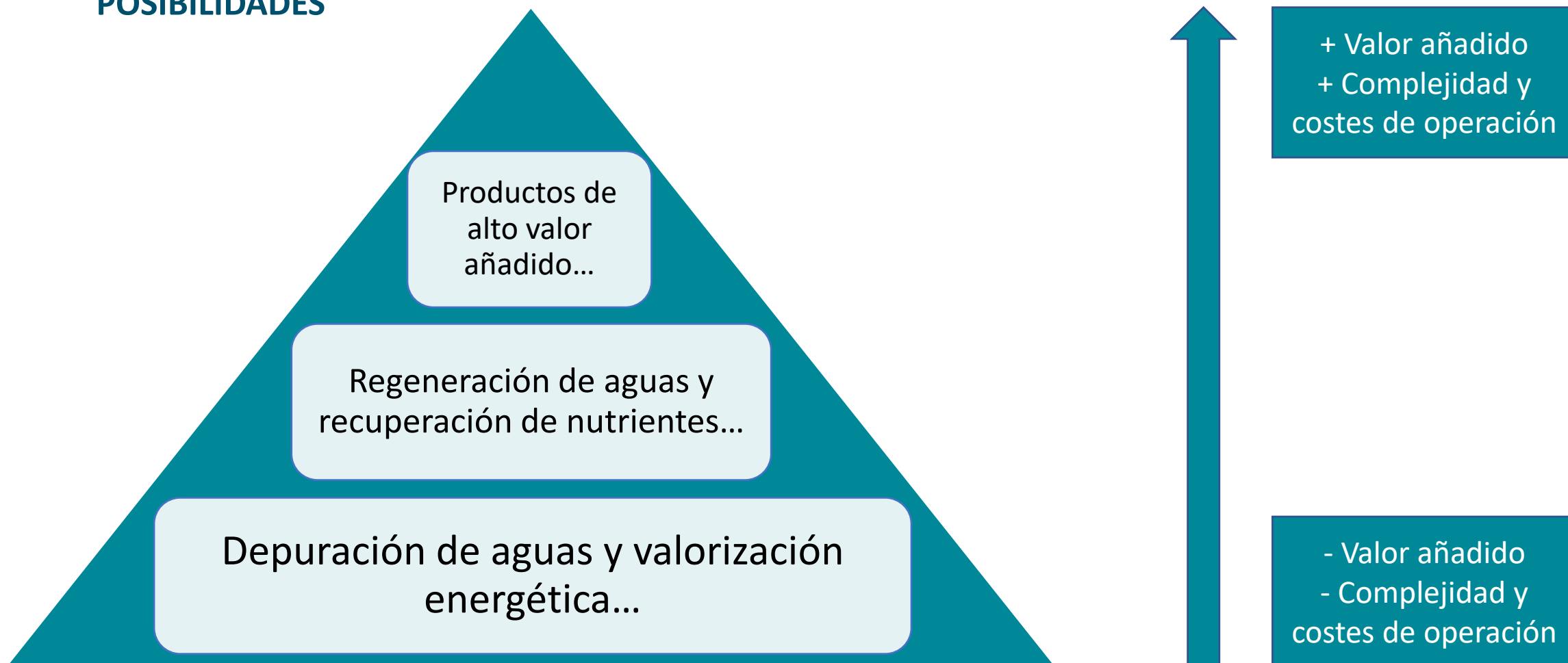
✓ En **España**

- 414 M m³ agua reutilizada en 2009
- 983 M m³ agua reutilizada en 2015
- 1380 M m³ agua reutilizada en los próximos años de acuerdo al Plan Nacional de Reutilización de Agua



1.3. LA RECUPERACIÓN DE RECURSOS EN EDAR

POSIBILIDADES



1.3. LA RECUPERACIÓN DE RECURSOS EN EDAR

POSIBILIDADES



- Depuración de aguas para vertido a medio natural
- Producción de biogás mediante DA:
 - Aplicable a lodos y AR
 - * Cosustratos
 - Valorizable energéticamente



1.3. LA RECUPERACIÓN DE RECURSOS EN EDAR

POSIBILIDADES



- Regeneración de aguas residuales tratadas mediante desinfección.
- Recuperación de nutrientes:
 - Aplicable a lodos y AR
 - Valorizable como fertilizantes



1.3. LA RECUPERACIÓN DE RECURSOS EN EDAR

POSIBILIDADES

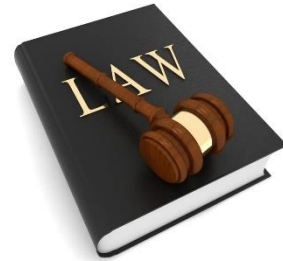


- Procesos y tratamientos específicos para la obtención de productos como:
 - Bioplásticos (PHA)
 - Biocombustibles
 - Enzimas



1.4. LEGISLACIÓN

EUROPEA



	
4.5.2020	EN
Official Journal of the European Union	
C 147/1	
III	
(Preparatory acts)	
COUNCIL	
POSITION (EU) No 3/2020 OF THE COUNCIL AT FIRST READING	
with a view to the adoption of a Regulation of the European Parliament and of the Council on minimum requirements for water reuse	
Adopted by the Council on 7 April 2020	
(Text with EEA relevance)	
(2020/C 147/01)	
THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION,	
Having regard to the Treaty on the Functioning of the European Union, and in particular Article 192(1) thereof,	
Having regard to the proposal from the European Commission,	
After transmission of the draft legislative act to the national parliaments,	
Having regard to the opinion of the European Economic and Social Committee ⁽¹⁾ ,	
Having regard to the opinion of the Committee of the Regions ⁽²⁾ ,	
Acting in accordance with the ordinary legislative procedure ⁽³⁾ ,	

Classes of reclaimed water quality and permitted agricultural use and irrigation method

Minimum reclaimed water quality class	Crop category (*)	Irrigation method
A	All food crops consumed raw where the edible part is in direct contact with reclaimed water and root crops consumed raw	All irrigation methods
B	Food crops consumed raw where the edible part is produced above ground and is not in direct contact with reclaimed water, processed food crops and non-food crops including crops used to feed milk- or meat-producing animals	All irrigation methods
Minimum reclaimed water quality class	Crop category (*)	Irrigation method
C	Food crops consumed raw where the edible part is produced above ground and is not in direct contact with reclaimed water, processed food crops and non-food crops including crops used to feed milk- or meat-producing animals	Drip irrigation (**) or other irrigation method that avoids direct contact with the edible part of the crop
D	Industrial, energy and seeded crops	All irrigation methods (***)

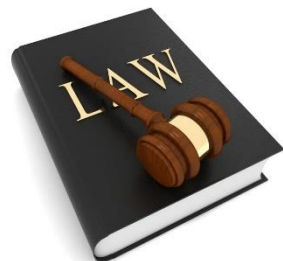
(*) If the same type of irrigated crop falls under multiple categories of Table 1, the requirements of the most stringent category shall apply.

(**) Drip irrigation (also called trickle irrigation) is a micro-irrigation system capable of delivering water drops or tiny streams to the plants and involves dripping water onto the soil or directly under its surface at very low rates (2–20 litres/hour) from a system of small-diameter plastic pipes fitted with outlets called emitters or drippers.

(***) In the case of irrigation methods which imitate rain, special attention should be paid to the protection of the health of workers or bystanders. For this purpose, appropriate preventive measures shall be applied.

1.4. LEGISLACIÓN

EUROPEA



Reclaimed water quality requirements for agricultural irrigation

Reclaimed water quality class	Indicative technology target	Quality requirements				Other
		E. coli (number/100 ml)	BOD ₅ (mg/l)	TSS (mg/l)	Turbidity (NTU)	
A	Secondary treatment, filtration, and disinfection	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	<i>Legionella</i> spp.: < 1 000 cfu/l where there is a risk of aerosolisation
B	Secondary treatment, and disinfection	≤ 100	In accordance with Directive 91/271/EEC (Annex I, Table 1)	In accordance with Directive 91/271/EEC (Annex I, Table 1)	—	Intestinal nematodes (helminth eggs): ≤ 1 egg/l for irrigation of pastures or forage
C	Secondary treatment, and disinfection	≤ 1 000			—	
D	Secondary treatment, and disinfection	≤ 10 000			—	

Validation monitoring of reclaimed water for agricultural irrigation

Reclaimed water quality class	Indicator microorganisms (*)	Performance targets for the treatment chain (log ₁₀ reduction)
A	<i>E. coli</i>	≥ 5,0
	Total coliphages/F-specific coliphages/somatic coliphages/coliphages (**)	≥ 6,0
	<i>Clostridium perfringens</i> spores/spore-forming sulfate-reducing bacteria (***)	≥ 4,0 (in case of <i>Clostridium perfringens</i> spores) ≥ 5,0 (in case of spore-forming sulfate-reducing bacteria)

(*) The reference pathogens *Campylobacter*, Rotavirus and *Cryptosporidium* may also be used for validation monitoring purposes instead of the proposed indicator microorganisms. The following log₁₀ reduction performance targets shall then apply: *Campylobacter* (≥ 5,0), Rotavirus (≥ 6,0) and *Cryptosporidium* (≥ 5,0).

(**) Total coliphages is selected as the most appropriate viral indicator. However, if analysis of total coliphages is not feasible, at least one of them (F-specific or somatic coliphages) shall be analysed.

(***) *Clostridium perfringens* spores is selected as the most appropriate protozoa indicator. However, spore-forming sulfate-reducing bacteria are an alternative if the concentration of *Clostridium perfringens* spores does not make it possible to validate the requested log₁₀ removal.

1.4. LEGISLACIÓN
ESPAÑOLA



LEGISLACIÓN CONSOLIDADA

Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

Ministerio de la Presidencia
«BOE» núm. 294, de 8 de diciembre de 2007
Referencia: BOE-A-2007-21092

TEXTO CONSOLIDADO
Última modificación: sin modificaciones

Calidad 2. Uso agrícola

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
2.- USOS AGRÍCOLAS ¹					
CALIDAD 2.12 a) Riego de cultivos con sistema de aplicación del agua que permita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles para alimentación humana en fresco.	1 huevo/10 L	100 UFC/100 mL Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases ² con los siguientes valores: n=10 m=100 UFC/100 mL M=1.000 UFC/100 mL c=3	20 mg/L	10 UNT	OTROS CONTAMINANTES Contenidos en la autorización de vertido de aguas residuales; se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <i>Legionella spp.</i> 1.000 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización) Es obligatorio llevar a cabo la detección de patógenos Presencia/Ausencia (<i>Salmonella</i> , etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=1.000

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
CALIDAD 2.2 a) Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior. b) Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne. c) Acuicultura.	1 huevo/10 L	1.000 UFC/100 mL Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases ¹ con los siguientes valores: n=10 m=1.000 UFC/100 mL M=10.000 UFC/100 mL c=3	35 mg/L	No se fija límite	OTROS CONTAMINANTES Contenidos en la autorización de vertido aguas residuales; se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <i>Taenia saginata</i> y <i>Taenia solium</i> : 1 huevo/L (si se riegan pastos para consumo de animales productores de carne) Es obligatorio llevar a cabo detección de patógenos Presencia/Ausencia (<i>Salmonella</i> , etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=10.000

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
CALIDAD 2.3 a) Riego localizado de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana. b) Riego de cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo del agua regenerada con las producciones. c) Riego de cultivos industriales no alimentarios, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas.	1 huevo/10 L	10.000 UFC/100 mL	35 mg/L	No se fija límite	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales; se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L

02 LIFE AMIA Y OTROS CASOS DE INNOVACIÓN EN EL SECTOR DEL AGUA

2.1. LIFE AMIA



LIFE18 ENV/ES/000170



COMBINACIÓN INNOVADORA DE
TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO
DE AGUA RESIDUAL PARA LA
REUTILIZACIÓN DE AGUA :

Procesos anaerobio-aerobio,
microalgas y POA

2.1. LIFE AMIA



DATOS DEL PROYECTO

Localización del proyecto: Murcia (España)

Presupuesto:

Cantidad total: 1,945,914 €

% EC Co-financiación: 55%

Duración:

Inicio: 01/09/19 - **Fin:** 31/12/22

Participantes:

Coordinador: 
ciclo integral del agua

Asociados:



IPROMA



2.1. LIFE AMIA



RESUMEN

EL Proyecto LIFE AMIA pretende **reutilizar agua residual** para la irrigación en agricultura y recarga de acuíferos para proteger el medio ambiente contra la contaminación causada por patógenos y microcontaminantes que no pueden ser eliminados en tratamientos convencionales de aguas residuales, reduciendo además considerablemente el **consumo energético**.

The demonstration plant will be implemented in **Alhama de Murcia** (Spain) with a capacity of **12m³/d**.



2.1. LIFE AMIA



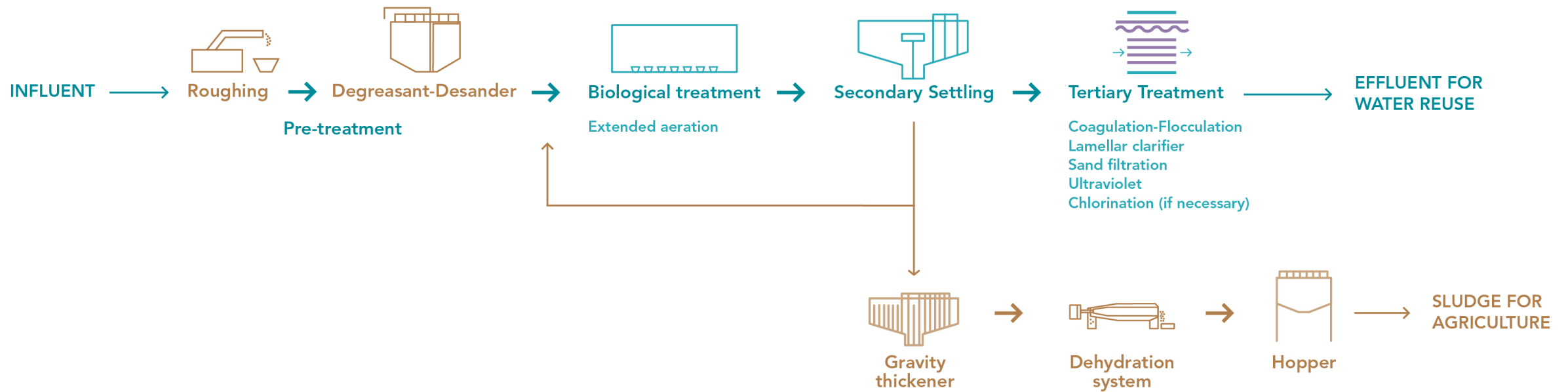
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Reutilizar agua residual** en agricultura considerando la nueva Directiva Europea de Reutilización de Agua.
- Proveer un Sistema de tratamiento **energéticamente autosostenible** para tratar aguas residuales urbanas.
- Reducir el impacto ambiental de los lodos de depuradora, **reduciendo la producción de lodos** y minimizando sus costes de gestión.
- **Reducir la huella de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero.**
- **Eliminar microcontaminantes y patógenos** del agua residual.
- **Recuperar nutrientes** (microalgas) para valorizarlos como biofertilizantes.
- Introducir **técnicas de metagenómica** para la cuantificación de microorganismos.

2.1. LIFE AMIA



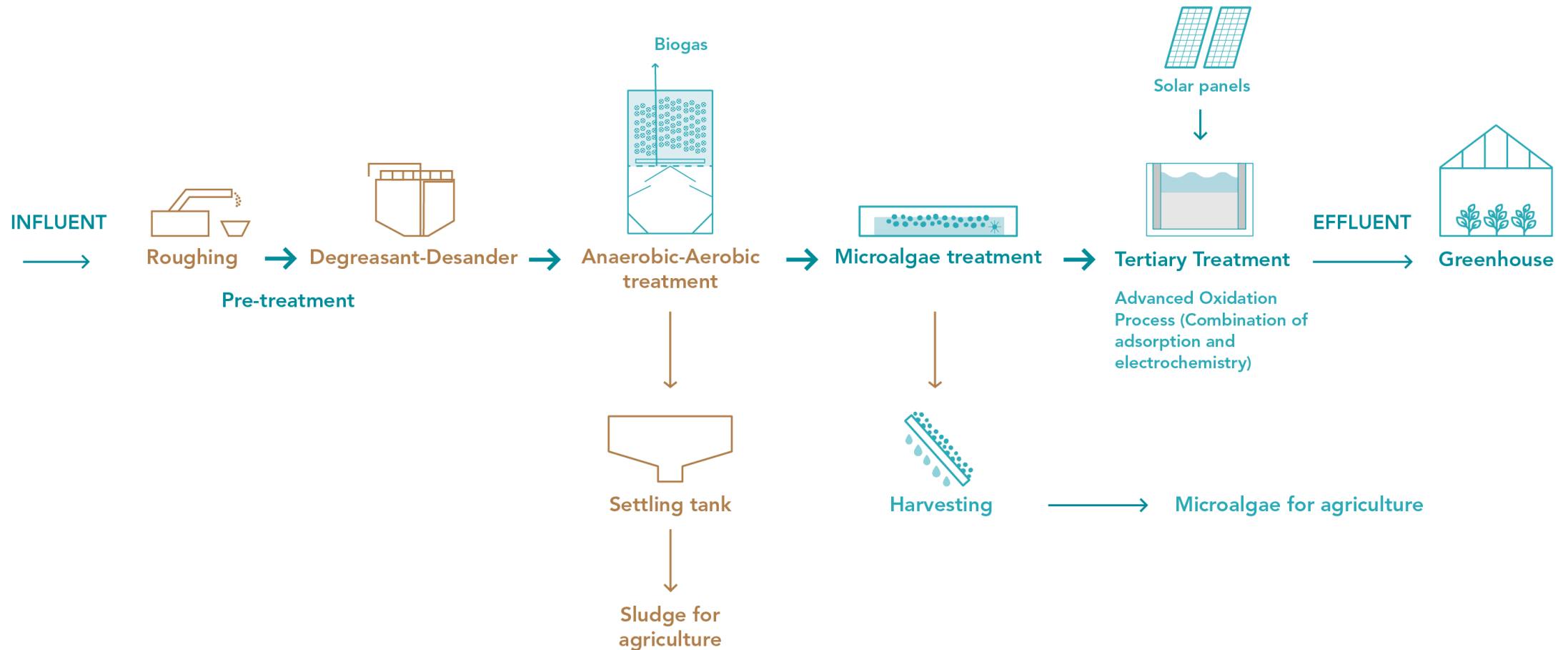
EL PROCESO. EDAR DE ALHAMA DE MURCIA



2.1. LIFE AMIA



EL PROCESO. LIFE AMIA

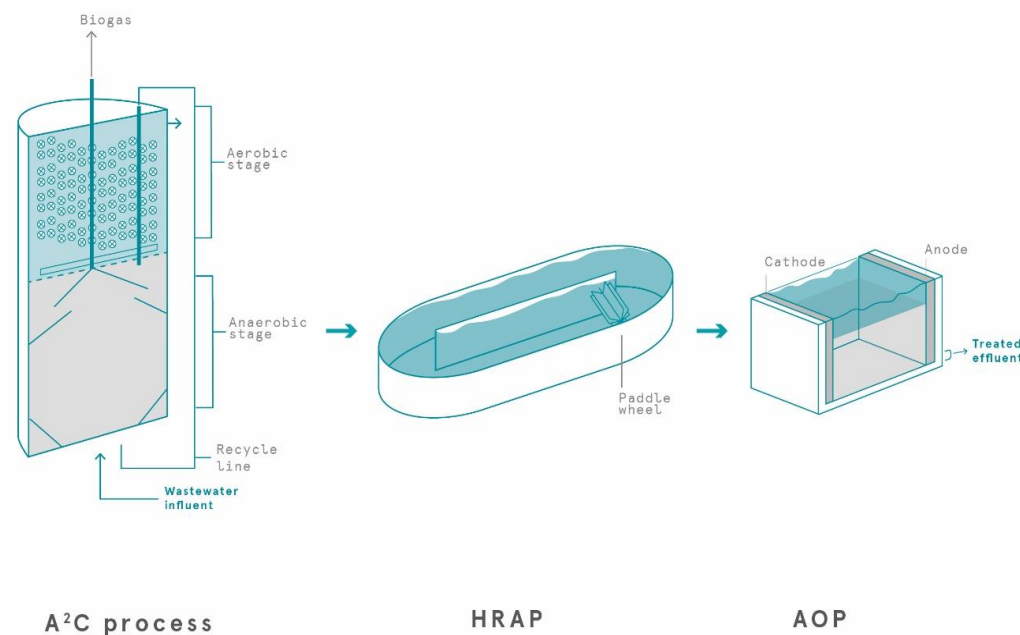


2.1. LIFE AMIA



TECNOLOGIAS

La tecnología de LIFE AMIA es un nuevo proceso basado en un tratamiento compacto anaerobio-aerobio, un reactor raceway de microalgas y una combinación de adsorción y procesos de oxidación avanzada (AOP). El nuevo concepto de EDAR recuperará nutrientes (microalgas) y reducirá la energía neta consumida y consecuentemente las emisiones de gases de efecto invernadero.



2.1. LIFE AMIA



TECNOLOGIAS. SISTEMA ANAEROBIO-AEROBIO COMPACTO (A2C)



Sistema **MBBR**
aerobio en la
cámara superior

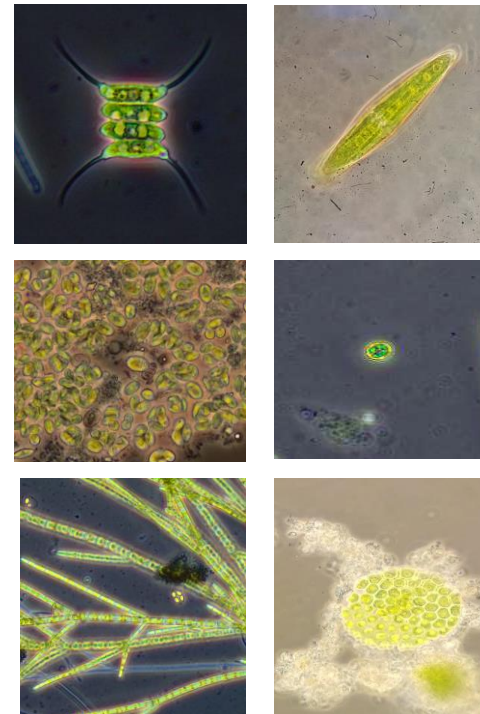


Sistema **granular**
anaerobio en la
cámara inferior

2.1. LIFE AMIA



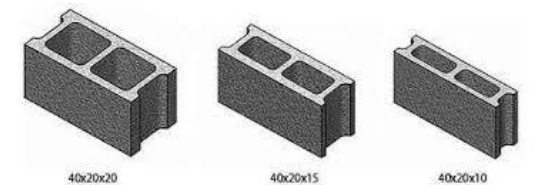
TECNOLOGIAS. REACTOR RACEWAY DE MICROALGAS (HRAP)



Asimilación de **N y P**

Desinfección y degradación
fotoquímica **solar**

Diseño **optimizado** y
construcción de **obra civil**

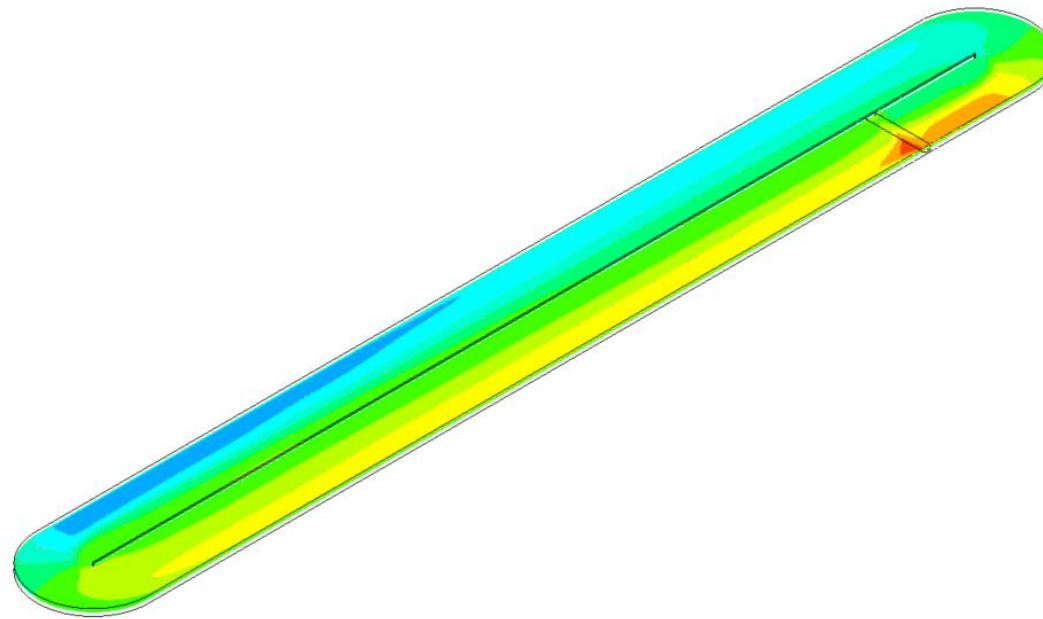


2.1. LIFE AMIA

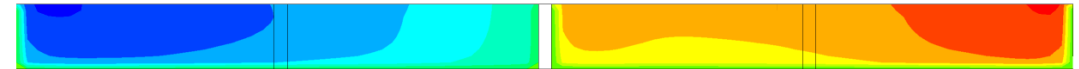
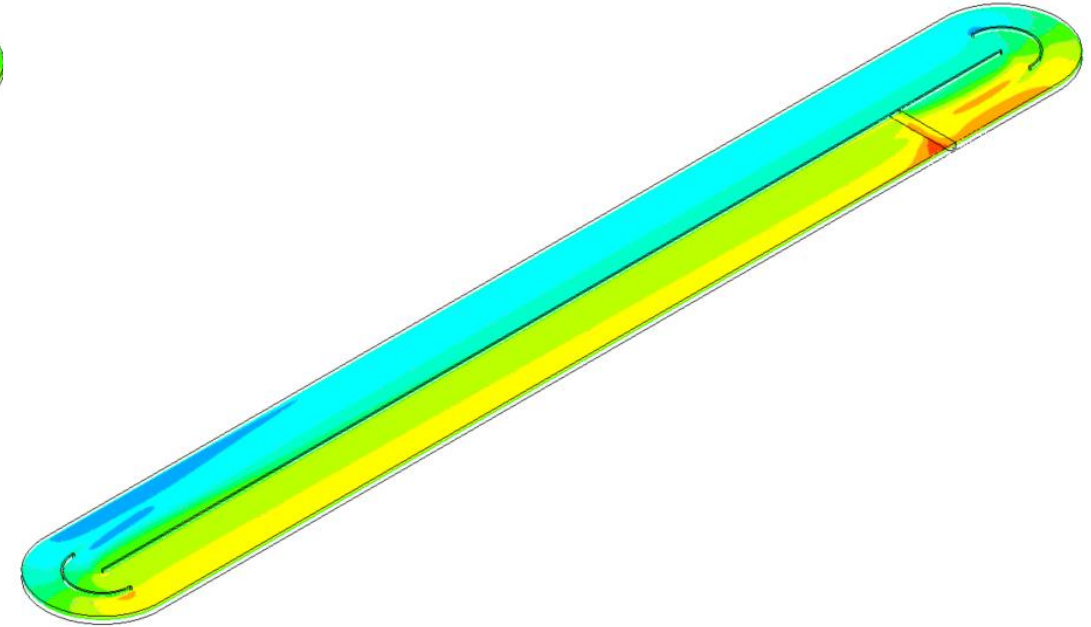


TECNOLOGIAS. REACTOR RACEWAY DE MICROALGAS (HRAP)

Velocity w
Liquid Velocity Mid Height
3.500e-01
2.800e-01
2.100e-01
1.400e-01
7.000e-02
0.000e+00
-7.000e-02
-1.400e-01
-2.100e-01
-2.800e-01
-3.500e-01
[m s⁻¹]



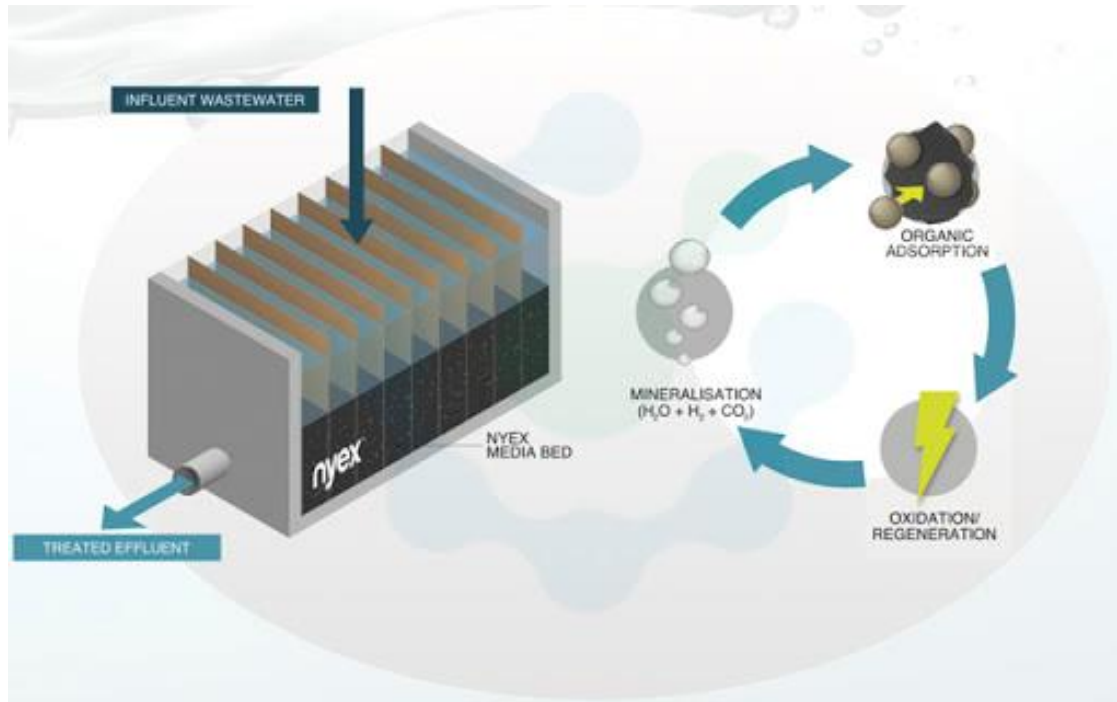
Velocity w
Liquid Velocity Transversal Centro
2.000e-01
1.600e-01
1.200e-01
8.000e-02
4.000e-02
-1.490e-08
-4.000e-02
-8.000e-02
-1.200e-01
-1.600e-01
-2.000e-01
[m s⁻¹]



2.1. LIFE AMIA



TECNOLOGIAS. PROCESO DE OXIDACIÓN AVANZADA (AOP)



Combinación de **adsorción y electro-oxidación** simultaneas

Partículas **NYEX®** patentadas

Regeneración constante de las partículas

2.1. LIFE AMIA



IMPACTOS ESPERADOS



Planta energéticamente autosostenible que produce mas energía de la que consume.



Agua residual regenerada de alta calidad para su reutilización en agricultura.



Reducción de la generación de fangos en un 40%.



Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en 0.686 ton/año: 57,5% CO₂ y 63,16% N₂O.



Eliminación anaerobia de mas de la mitad de materia orgánica, ahorrando sobre 0.50kWh/kg_{DQOeliminada}.



Reducción de hasta un 60% de las necesidades de aeración para la eliminación de nutrientes. Las microalgas pueden ahorrar sobre 4.83 kWh/kgN_{eliminado}.



Eficiencia de eliminación de DQO de hasta un 98%.



Eliminación de un 90% de contaminantes prioritarios.



Producción de 0.36 m³CH₄/kg COD eliminado a partir de una corriente de biogás con 68%CH₄, lo que implica una producción de energía de 12,46 kWh/día.

2.2. BIOEDARIA

Bio edaria

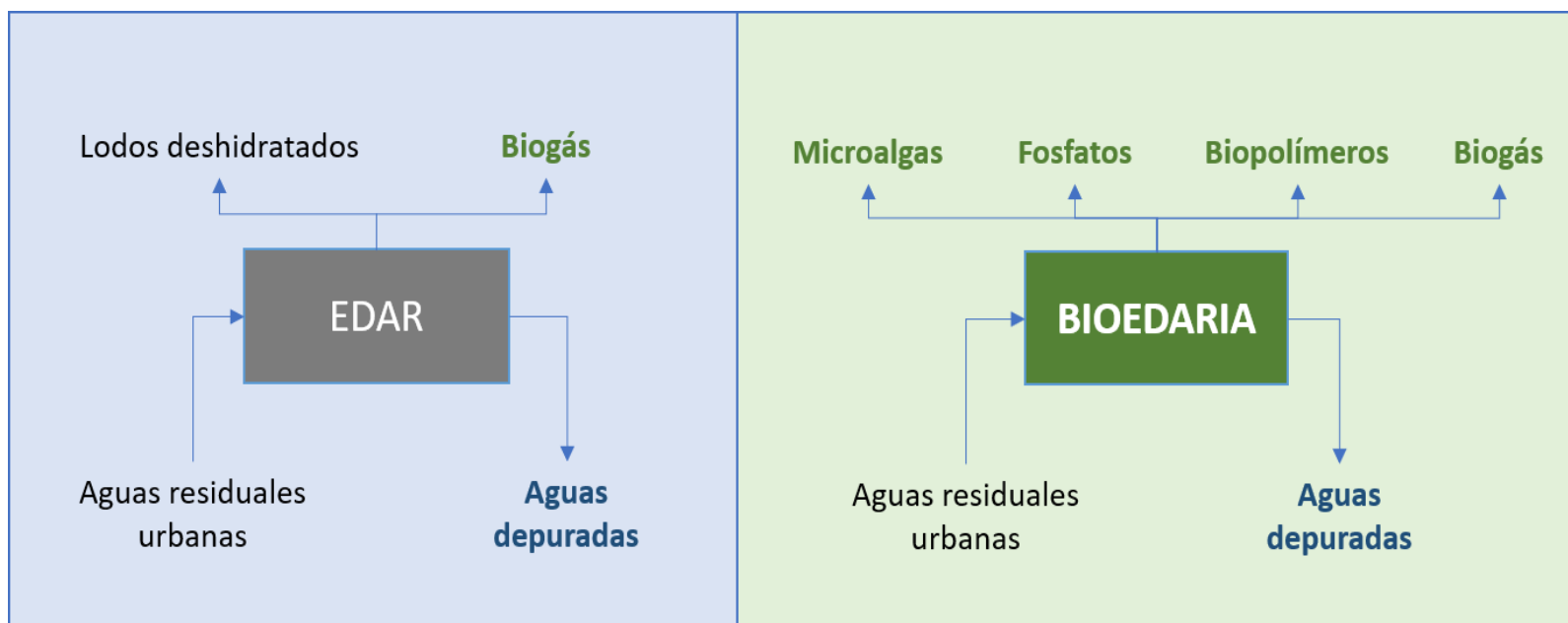
***NUEVO CONCEPTO DE BIOREFINERIA A PARTIR DE LODOS DE DEPURADORA
PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS, BIOFERTILIZANTES Y BIOPLÁSTICOS***



2.2. BIOEDARIA

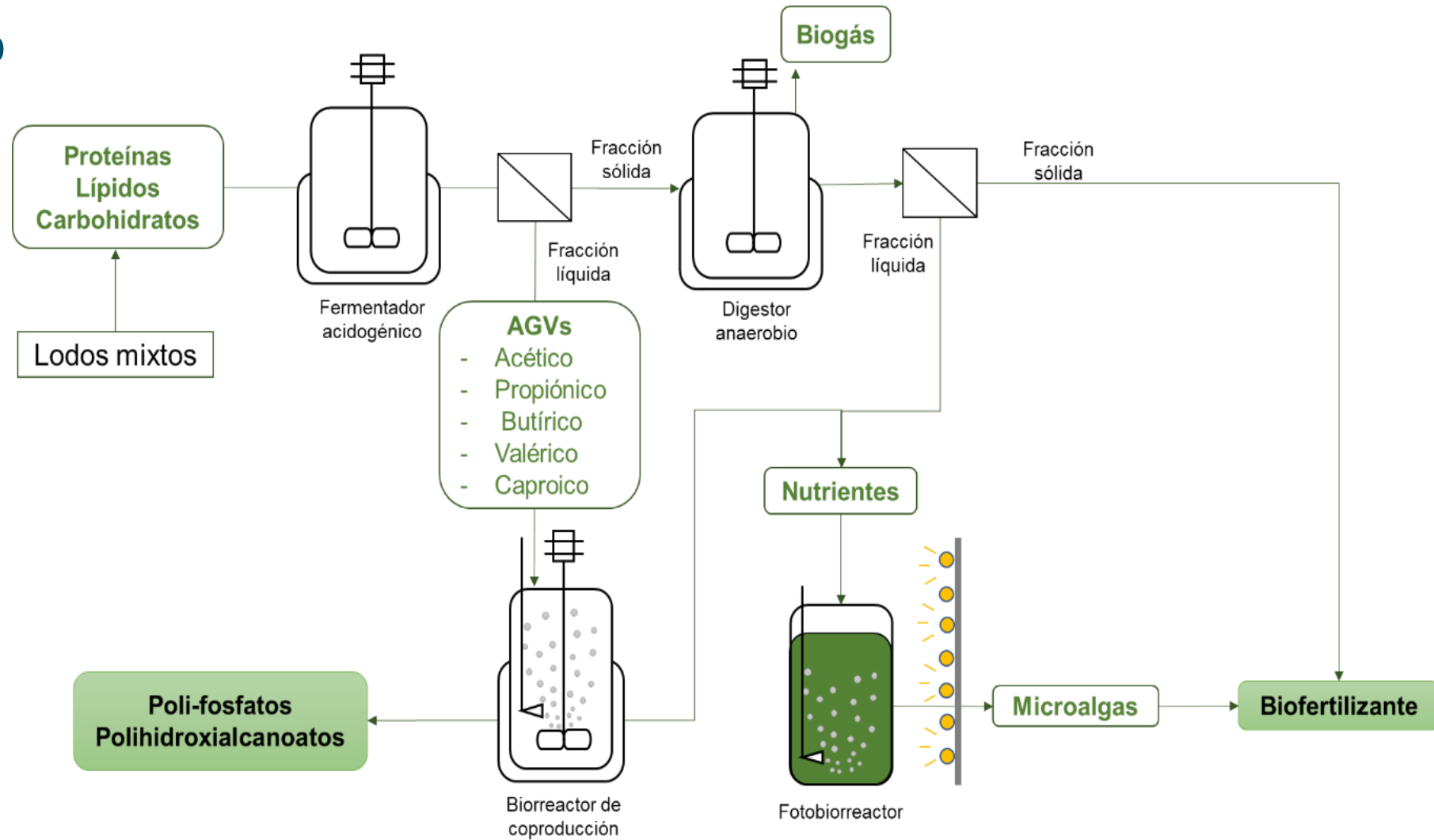
OBJETIVO

El **objetivo principal** del presente proyecto es la **investigación industrial de un conjunto de tecnologías integradas para la valorización de lodos de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDARs)**, con el fin de **transformar el tratamiento convencional de los lodos de EDAR, en una biorrefinería capaz de generar productos de valor añadido para la sociedad, tales como biopolímeros (polihidroxialcanoatos), biogás y biofertilizantes como fosfatos y microalgas**



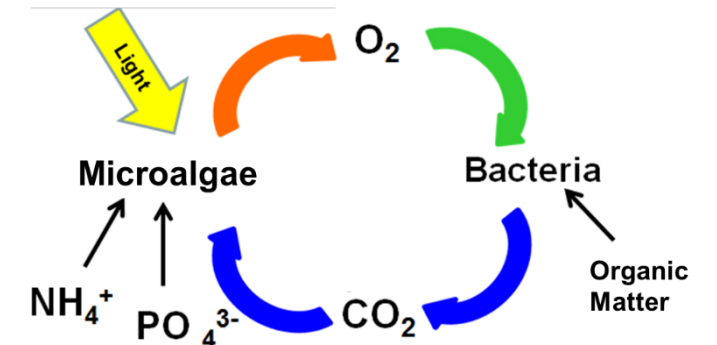
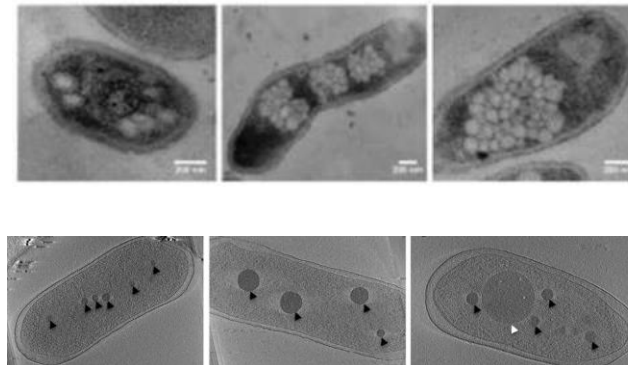
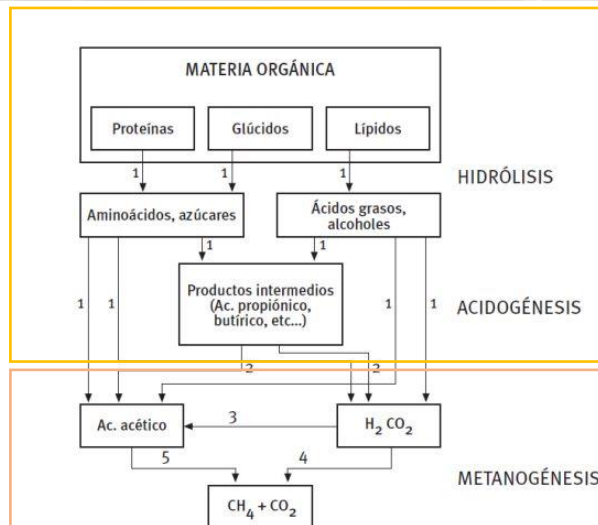
2.2. BIOEDARIA

PROCESO



2.2. BIOEDARIA

TECNOLOGIAS



2.2. BIOEDARIA

FASE 1



Fermentación anaerobia

FASE 2



Enriquecimiento de la biomasa

Reactor Batch alimentado por AGVs
Periodos de saciedad/hambruna o
aerobio/anaerobio

FASE 3



Acumulación de PHAs Y poli-P

Reactor Batch alimentado por AGVs
Limitación de nutrientes

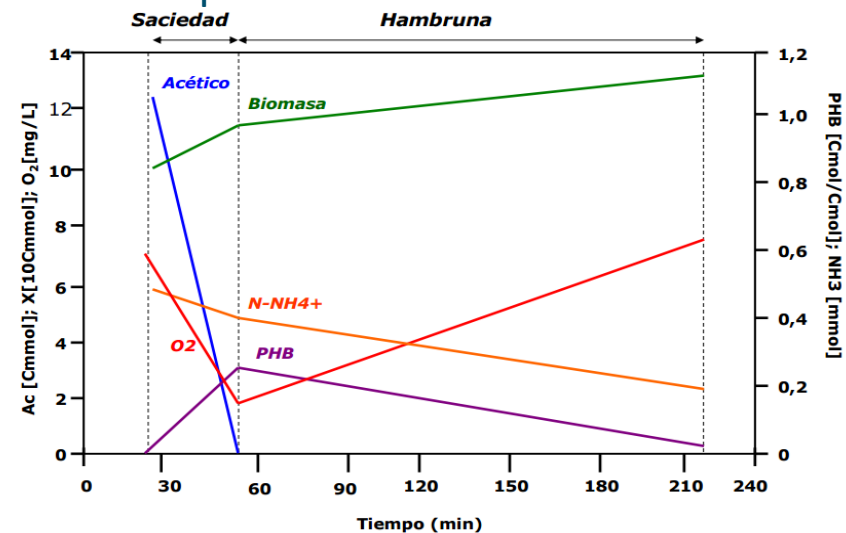
FASE 4



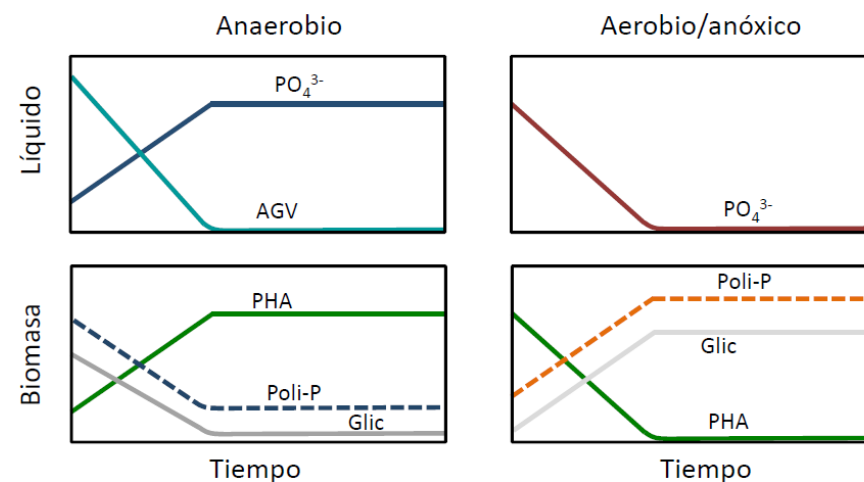
Extracción y separación

Extracción disolventes, Digestión enzimática...

Enriquecimiento aerobio-aerobio

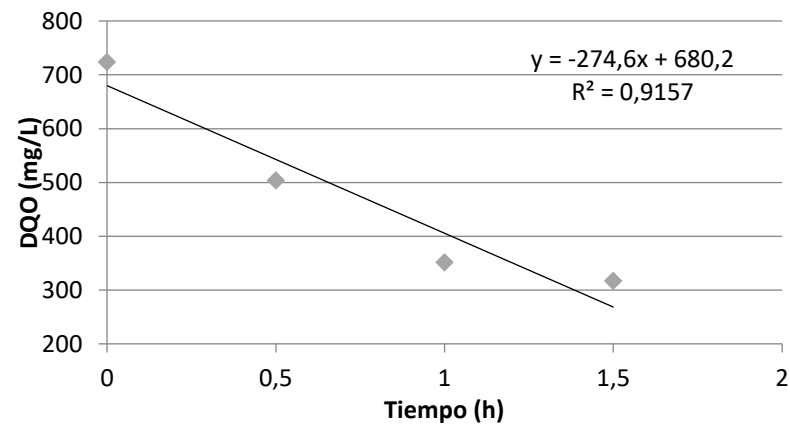
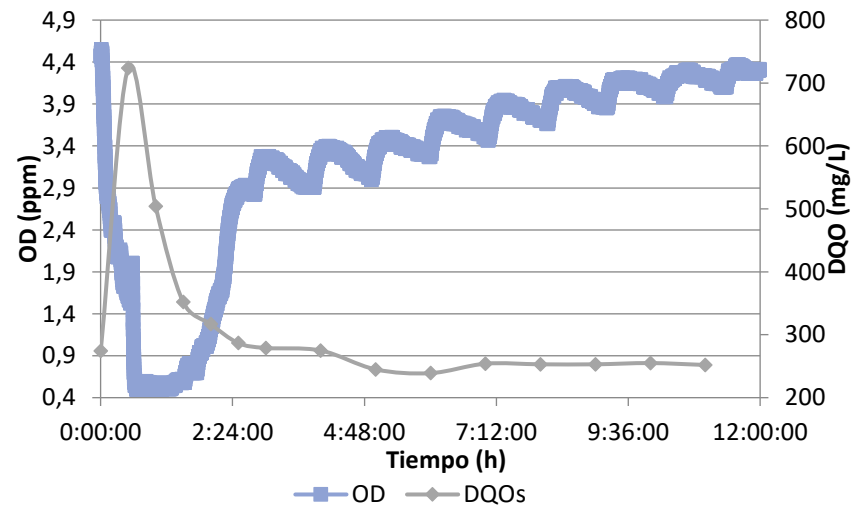


Enriquecimiento anaerobio-aerobio



2.2. BIOEDARIA

RESULTADOS



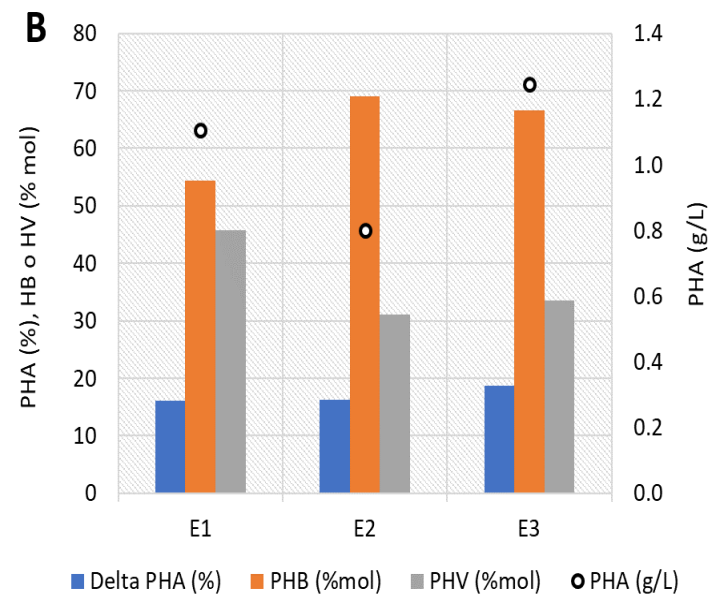
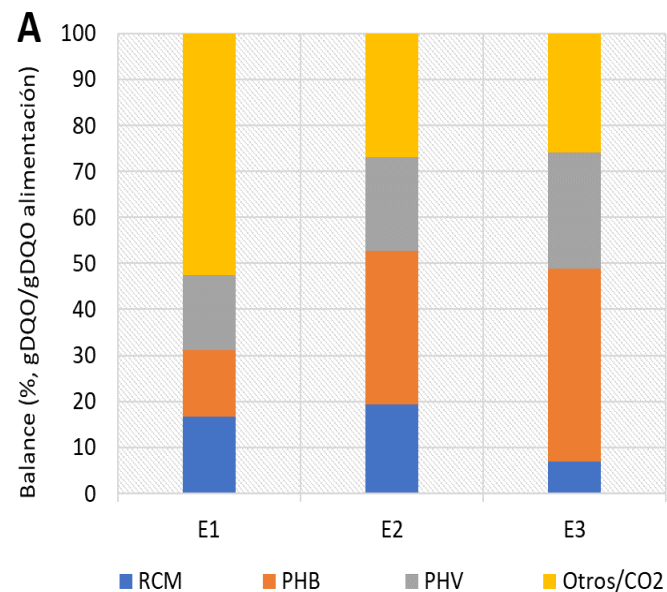
Parámetros operación	A	B	C
Ciclo (h)	24	24	24
TRH (d)	2	2	5
TRC (d)	12	5	5
VCO (gDQO/L·d)	1.5	1.5	1.5
pH	Sin control		
Temperatura	Ambiente (20-22°C)		

Reactor enriquecimiento	A	B	C
Velocidad máx. consumo AGV (mg/L·h)	307,3	362,6	340,0
Saciedad (h)	2,5	5,5	3
Hambruna (h)	21,5	18,5	21
Ratio S/H (h/h)	0,12	0,29	0,14

2.2. BIOEDARIA

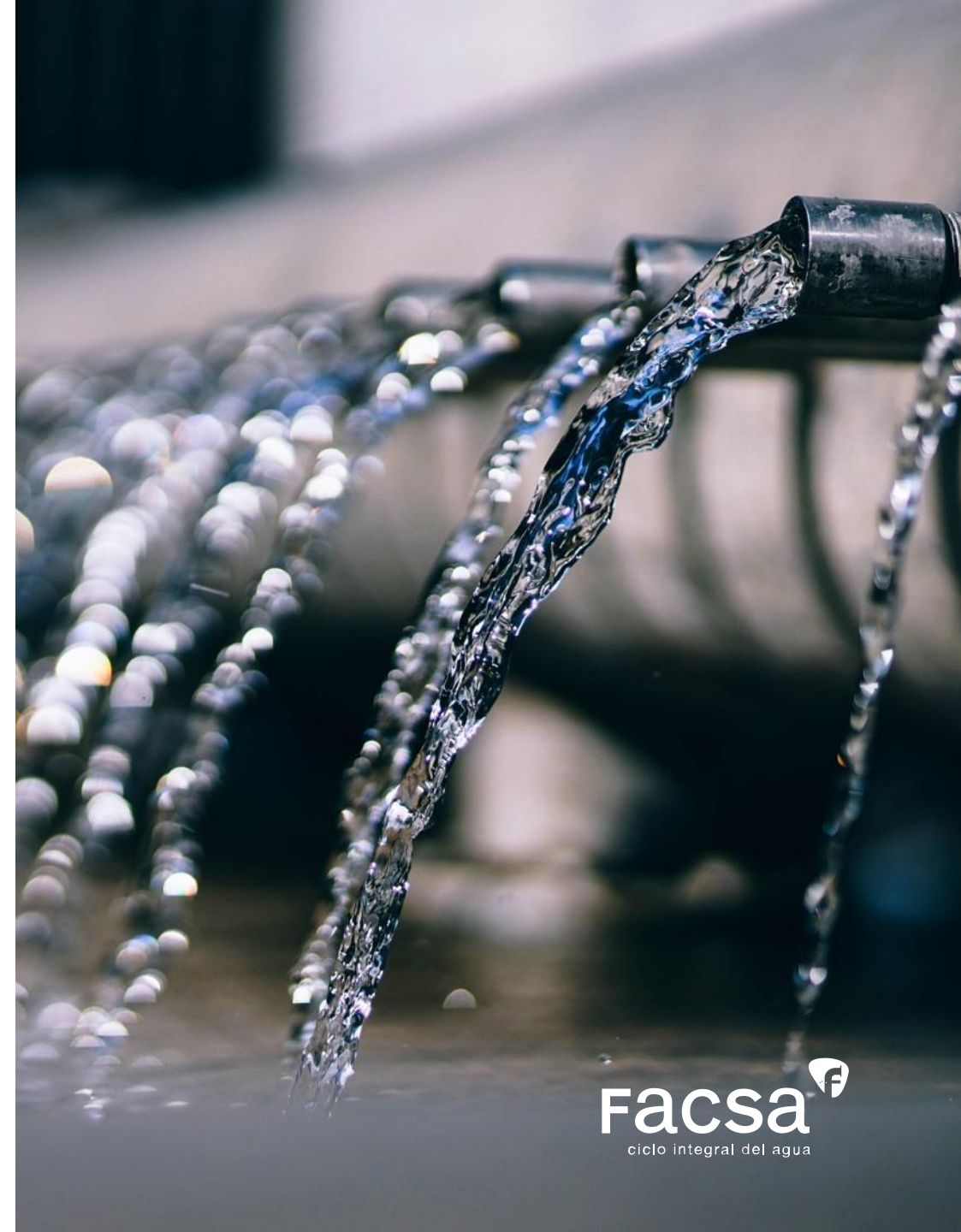
RESULTADOS

Experimento	PHA inicial (%)	PHA final (%)	PHB (%)	PHV (%)
A	9,4±0,8	25,5±1,9	12,9±1,0	12,6±1,0
B	2,3±0,1	18,5±2,1	12,2±1,4	6,4±0,7
C	13,9±1,2	38,0±0,5	20,6±1,6	12,1±0,2



CONCLUSIONES

- La regeneración y reutilización de aguas es una necesidad ineludible en Europa en los próximos años.
- La tecnología LIFE AMIA puede representar una opción factible para el tratamiento y regeneración de aguas residuales urbanas.
- La recuperación de recursos en EDAR puede permitir la autosostenibilidad energética y la obtención de productos de alto valor añadido.



GRACIAS POR VUESTRA
ATENCIÓN

